

北海道大学工学部 ○田中 文基, 渡邊 幸洋, 岸浪 建史

要 旨

加工システムの自律化を達成するためには、工作機械の加工可否判定など（本研究では、virtual machining と呼ぶ）を計算機で実現する必要がある。本研究は、リンク構造間の相對運動のみならずリンク構造の幾何情報を保持した工作機械機構モデルを構築すると共に、5 軸工作機械の加工運動シミュレーションを行う。

1. はじめに

加工システムの自律化を達成するためには、工作機械の加工可否判定等を計算機で実現する必要がある。このため本研究は、リンク構造間の相對運動のみならずリンク構造の幾何情報を保持した工作機械機構モデルを提案すると共に、工作機械の加工機能、作業領域の検証などをシミュレーション（本研究では、virtual machining と呼ぶ）で行うシステムを提案している[1]。本報では、5 軸工作機械の機構モデル構築と、工作機械の加工運動シミュレーションについて報告する。

2. Virtual machining による加工計画・作業支援

加工システムに対し、加工計画・作業支援を行い、高度な自動化を達成するためには、工作機械の運動範囲、加工機能、工具干渉状況の判定を可能とする必要がある。さらに多軸工作機械の場合は、NC ポストプロセスが行われる必要がある。これを可能とするために、本研究では、図 1 に示す virtual machining による加工計画・作業支援システムを提案する。その機能は、以下の通りである。

加工可能範囲と干渉チェックは、工作機械機構モデルと工作機械形状モデルとから導出する。加工機能は、機構モデルの部分集合である形状創成関数[2]を基に導出する。NC ポストプロセスは、機構モデルを用い、逆運動学問題として導出する。

3. 工作機械機構モデルの情報モデル表現

本研究では、工作機械機構モデルを計算機上で表現するために情報モデル化言語 EXPRESS[3]を用いる。EXPRESS を用いたこの工作機械機構情報モデルは ISO DIS 10303 Part-105: Kinematics[4]を基にしている。

この工作機械機構情報モデルを図 2 に示す。リンクの位相関係は、モデル全体を示す kinematic\_model, ループを表す mechanism, 一つのループのリンクのつながりを表す kinematic\_structure, リンク間の相對運動を示す kinematic\_joint, リンクを表す kinematic\_link

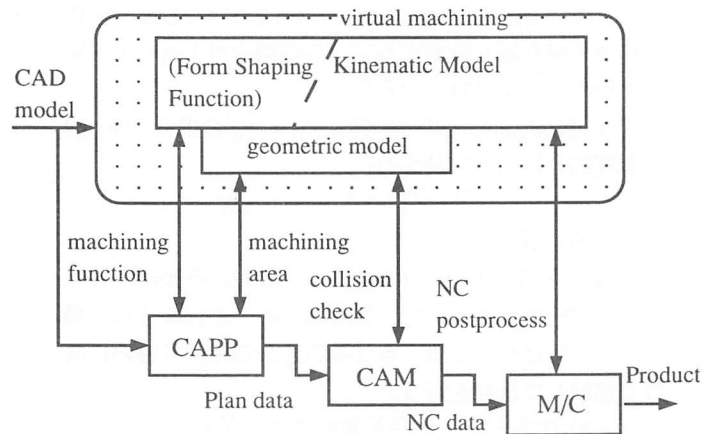


図 1. virtual machining による加工計画・作業支援

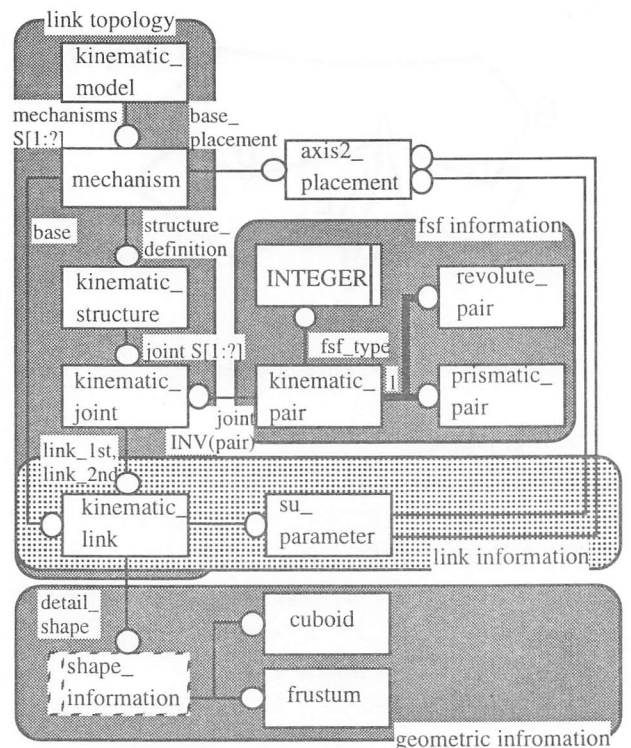


図 2. 工作機械機構情報モデル

から構成される。kinematic\_jointに対応した運動対偶をkinematic\_pairとし、これは、形状創成運動の種類を表現したものとする。リンク上の座標系の関係は、su-parameter[5]で表す。従って、su\_parameterは、リンク上の2つの座標系axis2\_placemantを参照する。リンクの詳細な幾何形状を表現する幾何情報は、shape\_informationで表現する。この幾何情報は、長方体:cuboidと円柱:frustumとに分けられる。

リンク上の座標系間関係表現にsu-parameterを採用した理由は、以下の通りである。

- (1) 座標系を任意に設定でき、リンクとペアとが分離されているため、リンクの詳細な形状情報を付加することが容易である。
- (2) リンクパラメータと運動パラメータが分離されており、容易に形状創成関数を導出することができる。

#### 4. 計算機シミュレーション

提案した工作機械機構情報モデルをST ToolsによりC++のクラスに変換し、それを利用して幾何モデラーACISで視覚的に示した。

図3は、モデル化した5軸工作機械とSU-parameterにより設定した座標系であり、図4は、シミュレーション結果である。図4中、(a)を初期状態であり、(b)は、X-tableのA軸回転移動を表したものである。

#### 5. おわりに

本研究は、リンク構造の幾何情報を保持した工作機械機構モデルを提案すると共に、工作機械の加工機能、作業領域の検証などをシミュレーション(本研究では、virtual machiningと呼ぶ)で行うシステムを提案し、5軸工作機械の機構モデル構築と、工作機械の加工運動シミュレーションについて報告した。

#### 参考文献

- [1] 鈴木他, "Virtual Machiningのための工作機械機構モデルの構築方法(第2報)", 1994年度精密工学会秋季大会学術講演会講演論文集
- [2] D.N.Rechetov, V.T.Portman, "Accuracy of Machine Tools", ASME Press, 1988
- [3] ISO 10303-11, Product Data Representation and Exchange - Part 11: Description Methods: EXPRESS Language Reference Manual, 1994
- [4] ISO DIS 10303-105, Product Data Representation and Exchange - Part 105: Integrated Application Resource: Kinematics, 1995
- [5] P.N.Sheth, J.J.Uicker, Jr., "A Generalized Symbolic Notation for Mechanisms", Journal of Engineering for Industry, TRANS. ASME, 1971

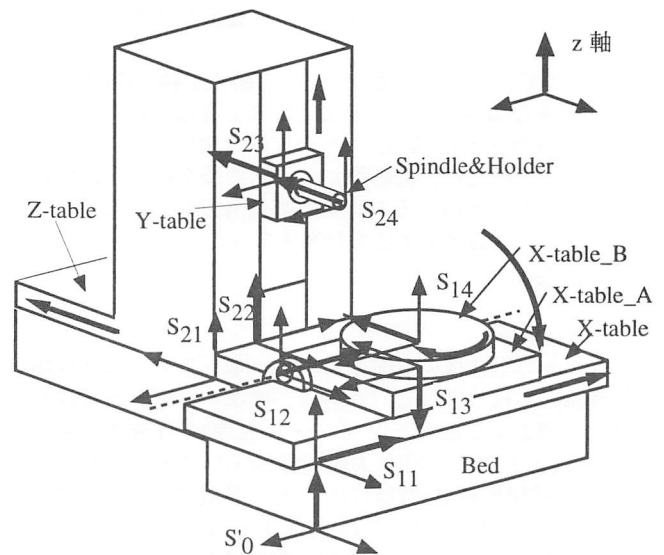
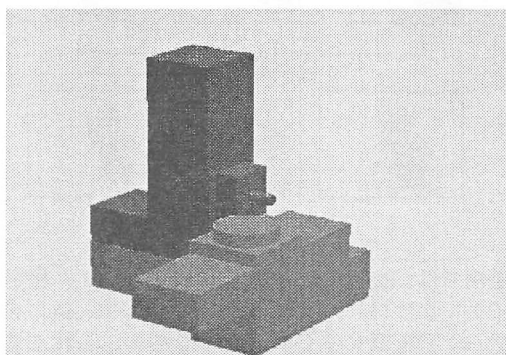
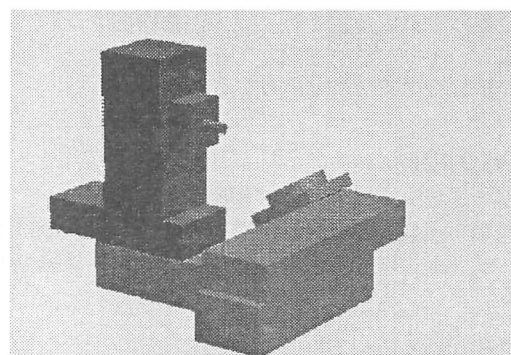


図3. シミュレーションに用いた5軸工作機械



(a) 初期状態

$X = 0, Y = 0, Z = 0$  (mm)  $A = 0, B = 0$  (deg)



(b) X-Table\_A 回転運動

$X = 600, Y = 500, Z = 500$  (mm)  
 $A = -30, B = 0$  (deg)

図4. 加工運動シミュレーション結果